



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto  
is a true copy from the records of the Korean Intellectual  
Property Office.

출원번호 : 10-2003-0002599  
Application Number

출원년월일 : 2003년 01월 15일  
Date of Application JAN 15, 2003

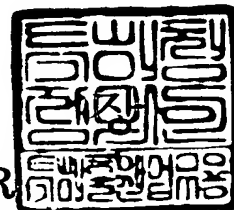
출원인 : 삼성전자주식회사  
Applicant(s) SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.



2003 년 02 월 10 일

특 허 청

COMMISSIONER



## 【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0001
【제출일자】	2003.01.15
【발명의 명칭】	웨이퍼의 검사 방법 및 웨이퍼의 검사 장치
【발명의 영문명칭】	Method for wafer inspection and apparatus for the same
【출원인】	
【명칭】	삼성전자 주식회사
【출원인코드】	1-1998-104271-3
【대리인】	
【성명】	박영우
【대리인코드】	9-1998-000230-2
【포괄위임등록번호】	1999-030203-7
【발명자】	
【성명의 국문표기】	강효천
【성명의 영문표기】	KANG, Hyo Cheon
【주민등록번호】	710422-1953715
【우편번호】	442-726
【주소】	경기도 수원시 팔달구 영통동 벽적골9단지아파트 910-1701
【국적】	KR
【심사청구】	청구
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인 박영우 (인)
【수수료】	
【기본출원료】	20 면 29,000 원
【가산출원료】	8 면 8,000 원
【우선권주장료】	0 건 0 원
【심사청구료】	21 항 781,000 원
【합계】	818,000 원
【첨부서류】	1. 요약서·명세서(도면)_1통

**【요약서】****【요약】**

반도체 공정시에 웨이퍼에 발생한 전기적 결함을 검사하는 방법 및 장치가 개시되어 있다. 검사 영역을 포함하는 제1 영역에 제1 전자빔을 주사하여 제1 영역을 1차 충전한다. 상기 검사 영역 상에 초점을 맞추고 제2 전자빔을 주사하여 상기 검사 영역을 검사한다. 이어서, 상기 제1 영역에 제3 전자빔을 주사하여 상기 제1 영역에 충전된 전하를 방전시킨다. 따라서, 검사시에 전기적 결함을 구별하는 전압 콘트라스트를 극대화할 수 있어 정확한 검사를 수행할 수 있다.

**【대표도】**

도 4a

**【명세서】****【발명의 명칭】**

웨이퍼의 검사 방법 및 웨이퍼의 검사 장치{Method for wafer inspection and apparatus for the same}

**【도면의 간단한 설명】**

도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 웨이퍼 검사 장치를 나타내는 개략도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 웨이퍼 검사 방법을 나타내는 흐름도이다.

도 3은 검사용 웨이퍼 상에 제1 내지 제3 전자빔이 주사되는 영역을 개략적으로 도시한 것이다.

도 4a 내지 도 4d는 본 발명의 방법에 의해 웨이퍼에 형성된 낮 오픈 콘택을 검사하는 방법을 보여주는 단면도들이다.

**<도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>**

10 : 진공 챔버

12 : 스테이지

14 : 구동부

50 : 제1 컬럼

60 : 제2 컬럼

68 : 디텍터

70 : 신호 처리부

74 : 결함 분석부

80 : 제3 컬럼

**【발명의 상세한 설명】****【발명의 목적】****【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】**

- <11> 본 발명은 웨이퍼의 검사 방법 및 검사 장치에 관한 것이다. 보다 상세하게는, 전자빔에 의해 웨이퍼 상에 형성되어 있는 반도체 소자의 전기적 결함을 검사하는 방법 및 장치에 관한 것이다.
- <12> 일반적으로, 반도체 장치는 웨이퍼에 일련의 단위 공정들을 수행하여 형성된다. 상기 반도체 장치를 형성하는 단위 공정들을 수행하는 중에 웨이퍼 상에는 반도체 장치의 오동작이나 특성에 영향을 미치는 불량을 유발하는 결함들이 종종 발생한다. 상기 결함들은 크게 파티클 발생과 같은 물리적 결함과 물리적 결함 없이 전기적 특성 저하나 동작 불량을 유발하는 전기적 결함으로 구분된다. 상기 전기적 결함은 예컨대 콘택 저항의 증가 또는 콘택 낮 오픈과 같은 불량을 들 수 있다.
- <13> 상기 전기적 결함은 일반적으로 전자빔을 이용하여 분석한다. 간략하게 설명하면, 상기 전자빔을 이용하는 분석 방법은 우선 웨이퍼 표면의 분석 부위에 전자빔을 조사한다. 상기 전자빔에 의해 상기 웨이퍼 표면은 순간적으로 전하로 충전되고, 상기 웨이퍼 표면으로부터 2차 전자가 튀어나온다. 이어서, 상기 2차 전자를 검출하고 상기 2차 전자의 전압 콘트라스트로서 상기 웨이퍼에서 발생된 전기적 결함을 분석한다. 상기 결함 분석 공정은 웨이퍼 표면의 일정 영역을 스캔(scan)하면서 수행된다.
- <14> 상기 전자빔을 사용하여 결함을 분석하는 일 예가 Talbot 등에게 허여된 미 합중국 특허 제 6,091,249호에 개시되어 있다.

<15>       상기 결함 분석 공정은 웨이퍼 표면의 분석 부위를 순간적으로 충전하여 수행된다. 때문에, 상기 웨이퍼 표면이 충분히 충전되지 않는 경우에는 결함 부위의 전압 콘트라스트가 크게 차이가 나지 않는다. 따라서, 상기 웨이퍼 상에 발생한 전기적 결함을 검출하지 못하게 된다.

<16>       또한, 상기 웨이퍼 표면의 분석 부위에 전기적 결함을 검출하고 나면 상기 웨이퍼 표면의 분석 부위에는 일정시간 동안 전하들이 충전되어 있다. 상기 웨이퍼 표면상의 제1 열(swath)을 검사한 후 상기 제1 열과 인접하는 제2 열을 검사할 때, 상기 제2 열은 상기 제1 열과 일부 영역이 겹쳐진다. 그런데, 상기 제2 열에서 상기 제1 열과 겹쳐지는 부분은 전하들이 충전되어 있으므로 상기 제1 열의 웨이퍼 표면 검사 조건과 상기 제2 열의 웨이퍼 표면 검사 조건이 달라진다. 상기 검사를 위해 스캔하는 각 열에서의 검사 조건이 달라짐에 따라 상기 웨이퍼의 결함 검출 감도 및 검출 신뢰성이 감소된다.

**【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】**

<17>       따라서, 본 발명의 제1 목적은 웨이퍼의 결함 검출 감도 및 검출 신뢰성이 향상된 웨이퍼의 전기적 결함 검출 방법을 제공하는데 있다.

<18>       본 발명의 제2 목적은 웨이퍼의 결함 검출 감도 및 검출 신뢰성이 향상된 웨이퍼의 전기적 결함 검출 장치를 제공하는데 있다.

**【발명의 구성 및 작용】**

<19>       상기한 제1 목적을 달성하기 위하여 본 발명은, 검사 영역을 포함하는 제1 영역에 제1 전자빔을 주사하여 제1 영역에 전하를 1차 충전한다. 상기 검사 영역 상에 초점을

맞추고 제2 전자빔을 주사하여 상기 검사 영역을 검사한다. 이어서, 상기 제1 영역에 제3 전자빔을 주사하여 상기 제1 영역에 충전된 전하를 방전시킨다.

<20> 또한, 상기한 제1 목적을 달성하기 위하여 본 발명은, 웨이퍼 상의 제1 영역에 전하를 1차 충전하기 위한 제1 전자빔을 주사한다. 웨이퍼 상의 검사 영역에 제2 전자빔을 주사하여 웨이퍼의 검사 영역을 검사한다. 상기 제1 영역 및 검사 영역과 나란하도록 상기 검사 영역 뒤에, 상기 제1 영역과 동일한 크기의 제2 영역에 전하를 방전하기 위한 제3 전자빔을 주사한다. 이어서, 상기 웨이퍼의 각 영역이 제1, 제2 및 제3 전자빔의 순서로 주사되도록 상기 웨이퍼를 상기 제1 전자빔으로부터 제3 전자빔이 배치된 방향으로 이동한다.

<21> 상기한 제2 목적을 달성하기 위하여 본 발명은, 챔버, 상기 챔버 내에 구비되고, 수평 방향으로 이동하는 웨이퍼 로딩용 스테이지, 상기 웨이퍼의 제1 영역으로 제1 전자빔을 주사하는 제1 컬럼, 상기 웨이퍼의 검사 영역으로 제2 전자빔을 주사하는 제2 컬럼, 상기 제1 영역 및 검사 영역과 나란하도록 상기 검사 영역 뒤에 제3 전자빔을 주사하는 제3 컬럼, 상기 제2 전자빔이 주사되어 상기 웨이퍼로부터 발생된 2차 전자의 전압 콘트라스트 신호를 검출하는 신호 처리부, 상기 신호 처리부에서 출력되는 신호를 분석하여 상기 웨이퍼에 발생한 결함을 분석하는 결함 분석부를 구비하는 결함 검출 장치를 제공한다.

<22> 이하에서는, 본 발명의 방법에 대해 간략하게 설명하고자 한다.

<23> 웨이퍼 상의 제1 영역에 제1 전자빔을 주사하여 상기 제1 영역의 표면에 전하를 1차 충전한다. 상기 제1 영역은 웨이퍼에서 검사 대상 영역을 포함한다. 상기 제1 전자빔에 의해 상기 제1 영역 표면에 충전되는 전하의 극성은 상기 웨이퍼를 검사할 시에 충전

되는 전하의 극성과 동일하게 되도록 상기 제1 전자빔의 에너지를 조절한다. 상기과 같이 상기 웨이퍼를 검사하기 이 전에 상기 웨이퍼 검사 영역 근방의 표면에 이미 전하를 충전함으로서, 상기 검사 영역의 검사시에 전기적 결함을 구별하는 전압 콘트라스트를 극대화할 수 있다.

<24> 이어서, 상기 웨이퍼의 검사 대상 영역에 제2 전자빔을 포커싱하여 주사한다. 상기 제2 전자빔을 주사하면 상기 검사 대상 영역의 표면에 전하가 순간적으로 2차 충전된다. 이어서, 상기 검사 대상 영역으로부터 방출되는 2차 전자를 검출(detect)한다. 상기 웨이퍼의 전기적 결함은 검출되는 2차 전자에 의한 전압 콘트라스트를 출력하여 검사한다.

<25> 그런데, 상기 검사 대상 영역이 상기 제1 전자빔에 의해 1차적으로 충전되어 있는 상태이므로 웨이퍼의 전기적 결함 부위와 정상 부위간에 검출되는 2차 전자 개수의 차이가 더 크다. 때문에, 상기 전기적 결함 부위와 정상 부위 간에 출력되는 전압 콘트라스트비가 극대화되어 전기적 결함을 용이하게 검사할 수 있다. 그리고, 상기 웨이퍼의 검사 영역이 충분히 충전되지 않아서 웨이퍼 상의 결함 부위를 검출하지 못하는 것을 최소화할 수 있다.

<26> 상기 제2 전자빔에 의해 검사를 수행한 이 후에, 웨이퍼 상의 제1 영역에 제3 전자빔을 주사하여 상기 제1 전자빔 및 제2 전자빔에 의해 충전된 상기 제1 영역표면의 전하를 방전시킨다. 상기 제1 영역에 충전된 전하를 방전시키기 위해, 제3 전자빔은 상기 제1 영역 표면에 축적되는 전하의 극성과 반대 극성을 갖는 전하가 충전되도록 에너지를 조절하여 주사한다. 따라서, 상기 제1 및 제2 전자빔에 의해 표면이 충전된 상태로 일정



시간 동안 계속 충전되어 있는 전하들에 의해 결함 검출 감도가 감소되는 것을 최소화할 수 있다.

- <27> 이하에서는, 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들을 더욱 상세히 설명한다.
- <28> 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 웨이퍼 검사 장치를 나타내는 개략도이다.
- <29> 도 1을 참조하면, 상기 웨이퍼 검사 장치는 웨이퍼(W)를 인입하여 검사하기 위한 진공 챔버(10)를 구비한다.
- <30> 상기 진공 챔버(10)내에는 웨이퍼(W)를 로딩하기 위한 웨이퍼 로딩용 스테이지(12)가 구비된다. 상기 로딩되는 웨이퍼(W)는 반도체 공정이 진행중이거나 반도체 공정이 완료된 상태의 웨이퍼이다. 상기 웨이퍼 로딩용 스테이지(12)는 상기 스테이지와 연결되어 있는 구동부(14)에 의해 X, Y 및  $\theta$  방향으로 수평 이동한다. 도시하지 않았지만, 상기 로딩용 스테이지(12) 상부에는 도시되지는 않았지만 상기 로딩된 웨이퍼를 인식하여 대략적으로 얼라인시키기 위한 광학 현미경 등을 포함하는 웨이퍼 얼라인부를 더 구비할 수 있다.
- <31> 상기 웨이퍼(W)를 상기 로딩용 스테이지(12) 상으로 이동시키기 위한 웨이퍼 핸들링 유닛들이 더 구비된다. 상기 웨이퍼 핸들링 유닛은 상기 진공 챔버와 연결되도록 설치되는 로드락 챔버(16)와 상기 로드락 챔버(16)로부터 상기 웨이퍼를 상기 로딩용 스테이지로 이동시키는 로봇암(도시 안함)을 포함한다. 상기 로드락 챔버(16)는 상기 웨이퍼(W)의 인입시에 상기 진공 챔버(10)내의 진공 상태를 최대한 유지시키기 위해 구비된다.

- <32>        상기 진공 챔버(10)와 연결되고, 상기 진공 챔버(10)내에 로딩된 웨이퍼(W)의 제1 영역으로 제1 전자빔(50a)을 주사하는 제1 전자 마이크로스코프 컬럼(50, 이하 제1 컬럼)을 포함한다. 상기 제1 컬럼(50)은 제1 전자 소오스로부터 전자를 주사하는 제1 전자건(52, electric gun)을 포함한다. 그리고, 상기 제1 전자건(52)으로부터 주사되는 제1 전자빔(50a)의 에너지를 조절하는 제1 에너지 조절부(54)를 구비한다. 상기 제1 에너지 조절부(54)에 의해 상기 제1 전자빔(50a)의 2차 전자 수율(secondary electron yield)가 1보다 크거나 또는 작도록 조절할 수 있다. 도시하지는 않았지만, 상기 제1 컬럼(50)은 상기 제1 전자빔(50a)을 웨이퍼(W)상의 제1 영역으로 포커싱하기 위한 렌즈 어셈블리를 더 포함할 수도 있다.
- <33>        상기 진공 챔버(10)와 연결되고, 상기 진공 챔버(10) 내에 로딩된 웨이퍼(W)의 검사 영역에 전기적 결함 여부를 검사하기 위한 제2 전자빔(60a)을 주사하는 제2 전자 마이크로스코프 컬럼(60, 이하 제2 컬럼)을 구비한다.
- <34>        상기 제2 컬럼(60)은 제2 전자 소오스로부터 전자를 주사하는 제2 전자건(62)을 포함한다. 그리고, 상기 제2 전자건(62)으로부터 주사되는 제2 전자빔(60a)의 에너지를 조절하는 제2 에너지 조절부(66)를 구비한다. 상기 제2 에너지 조절부(66)에 의해 상기 제2 전자빔(60a)의 2차 전자 수율이 1보다 크거나 또는 작도록 조절할 수 있다.
- <35>        상기 제2 컬럼(60)은 상기 제2 전자빔(60a)을 웨이퍼(W) 상의 검사 영역에 정확하게 포커싱하기 위한 렌즈 어셈블리(64)를 포함한다. 상기 웨이퍼(W) 상의 검사 영역은 상기 제1 영역보다 작은 크기의 영역이다. 상기 렌즈 어셈블리(64)를 구성하는 렌즈들은 작은 크기의 상기 검사 영역으로 상기 제2 전자빔(60a)이 주사되도록 한다.

- <36>        상기 렌즈 어셈블리(64)에 포함되는 렌즈는 마그네틱-이몰전형(magnetic immersion type)이다. 상기 렌즈 필드(lens field)는 자기병형(magnetic-bottle type)으로 작용하기 때문에, 강력한 일렉트로스테틱 필드가 형성되지 않더라도 전자빔을 상기 검사 영역에 얼라인할 수 있다.
- <37>        상기 제2 전자빔(60a)을 주사하여 상기 웨이퍼로부터 발생된 2차 전자를 검출하기 위한 디텍터(68)를 구비한다.
- <38>        상기 디텍터(68)에 의해 수집된 2차 전자에 의해 발생한 전압 콘트라스트(voltage contrast)를 증폭시켜 출력하는 신호 처리부(70)를 구비한다. 상기 신호 처리부(70)와 연결되고, 상기 신호 처리부(70)에서 출력되는 전압 콘트라스트 이미지를 출력하는 디스플레이부(72)를 구비한다. 상기 전압 콘트라스트 이미지는 상기 수집되는 2차 전자에 따라 밝은 이미지 또는 어두운 이미지로 출력된다. 따라서, 상기 웨이퍼의 검사 영역의 전기적 불량은 상기 출력되는 이미지의 차이에 의해 구별된다.
- <39>        예컨대, 상기 제2 전자빔(60a)의 2차 전자 수율이 1보다 큰 경우에 상기 웨이퍼에서 콘택들이 형성된 영역으로부터 출력되는 전압 콘트라스트 이미지는 비교적 밝다. 그러나, 상기 웨이퍼에서 낮 오픈된 콘택이 형성된 부위에서는 상대적으로 어두운 이미지가 출력된다. 때문에, 상기 콘택 형성 영역에서 밝은 이미지가 출력되는지 여부를 확인하여, 상기 콘택이 정상적으로 형성되었는지를 알 수 있다.
- <40>        상기 신호 처리부(70) 및 구동부(14)와 각각 연결되고, 상기 출력되는 전압 콘트라스트에 의해 상기 웨이퍼(W)에 발생한 결함을 분석하는 결함 분석부(74)를 구비한다. 상기 결함 분석부(74)는 상기 웨이퍼(W)의 각 위치별로 정상적인 전압 콘트라스트 신호가 출력되는지를 확인하여 결함을 검출하고 상기 결함의 위치 데이터를 출력한다.

- <41>       상기 제1 영역 및 검사 영역과 나란하도록, 상기 검사 영역 뒤로 제3 전자빔을 주사하는 제3 전자 마이크로스코프 컬럼(80, 이하 제3 컬럼)을 구비한다. 상기 제3 컬럼(80)은 상기 제1 영역과 동일한 크기의 제2 영역으로 상기 제3 전자빔(80a)을 주사할 수 있도록 구비한다.
- <42>       상기 제3 컬럼(80)은 제3 전자 소오스로부터 전자를 주사하는 제3 전자건(82)을 포함한다. 그리고, 상기 제3 전자건(82)으로부터 주사되는 제3 전자빔(80a)의 에너지를 조절하는 제3 에너지 조절부(84)를 구비한다. 상기 제3 에너지 조절부(84)에 의해 상기 제3 전자빔(80a)의 2차 전자 수율이 1보다 크거나 또는 작도록 조절할 수 있다. 상기 제3 컬럼(80)은 상기 제3 전자빔(80a)을 웨이퍼(W)상의 제2 영역으로 포커싱하기 위한 렌즈 어셈블리를 포함할 수도 있다.
- <43>       도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 웨이퍼 검사 방법을 나타내는 흐름도이다.
- <44>       상기 웨이퍼 검사 방법은 상기 도 1에 도시된 검사 장치를 사용하여 수행할 수 있다. 또한, 검사용 웨이퍼는 절연막 및 절연막들 사이에서 하부의 도전체와 전기적으로 연결되는 콘택들을 포함한다. 상기 웨이퍼 검사는 상기 콘택들이 하부의 도전체와 전기적으로 연결되어 있는지 여부를 검출하는 것이다.
- <45>       상기 검사용 웨이퍼 상에 제1 내지 제3 전자빔을 각각 주사한다.(S10)
- <46>       도 3은 검사용 웨이퍼 상에 제1 내지 제3 전자빔이 주사되는 영역을 개략적으로 도시한 것이다. 도 3에서 전자빔들이 주사되는 영역은 설명을 위해 과장되게 크게 그려진 것임을 알려둔다.

<47> 구체적으로, 웨이퍼(W) 상의 제1 영역(100) 상에 제1 전자빔(50a)을 주사하여 상기 제1 영역(100)에 전하를 1차 충전한다. 상기 제1 영역(100)에 충전되는 전하의 극성은 상기 제1 영역으로 주사되는 제1 전자빔(50a)의 2차 전자 수율에 의해 결정된다. 즉, 상기 제1 전자빔(50a)의 2차 전자 수율이 1보다 클 경우에는 상기 웨이퍼(W) 상으로 인가되는 전자보다 방출되는 전자가 더 많다. 때문에, 상기 웨이퍼(W)의 표면에는 상기 전자의 방출에 의해 양전하로 충전된다. 이와 반대로, 상기 제1 전자빔(50a)의 2차 전자 수율이 1보다 작을 경우에는 상기 웨이퍼(W) 상으로 인가되는 전자보다 방출되는 전자가 더 작다. 때문에, 상기 웨이퍼의 표면에는 상기 전자가 축적되어 음전하로 충전된다. 이때, 상기 제1 전자빔(50a)의 2차 전자 수율은 상기 제1 전자빔의 에너지를 조절함으로써 1보다 작거나 또는 크게 되도록 조절할 수 있다. 그리고, 상기 제1 전자빔은 상기 웨이퍼의 검사 영역이 상기 제2 전자빔에 의해 검사될 때 전압 콘트라스트가 충분히 증가될 수 있도록 빔 에너지를 조절하여 주사한다.

<48> 상기 웨이퍼를 검사하는 제2 전자빔(60a)의 2차 전자 수율이 1보다 클 경우에는, 상기 제1 전자빔(50a)의 2차 전자 수율은 1보다 크게 되도록 상기 1차 제1 전자빔의 에너지를 조절한다. 만일 상기 웨이퍼를 검사하는 제2 전자빔(60a)의 2차 전자 수율이 1보다 작을 경우에는, 상기 제1 전자빔(50a)의 2차 전자 수율도 1보다 작게 되도록 상기 1차 제1 전자빔의 에너지를 조절한다. 여기서는, 상기 제1 전자빔(50a)의 2차 전자 수율이 1보다 큰 경우를 예를 들면서 설명한다.

<49> 2차 전자 수율이 1보다 크도록 하여 제1 전자빔(50a)을 주사하면 상기 웨이퍼에서 절연층의 표면에는 상기 양전하가 축적된다. 반면에, 상기 웨이퍼에서 콘택의 표면에는 상기 콘택 아래의 도전체로 양전하가 빠져나가므로 상기 양전하는 충전되지 않는다. 그

런데, 상기 콘택들 중에서 하부의 도전체와 연결되지 못한 낮 오픈 콘택이 형성되어 있는 표면 부위에서는 상기 양전하가 하부의 도전체로 빠져나가지 못하여 상기 양전하가 충전된다.

<50>       상기 제2 전자빔(60a)은 웨이퍼의 검사 영역(102)에 조사한다. 상기 제2 전자빔(60a)에 의해 검사되는 웨이퍼의 검사 영역은 상기 제1 영역(100)보다 더 작은 크기의 영역인 것이 바람직하다. 즉, 상기 웨이퍼 검사 영역(102)은 상기 제1 영역(100)내에 포함될 수 있는 크기여야 한다. 상기 제2 전자빔(60a)은 제1 전자빔(50a)에 의해 상기 웨이퍼 표면이 충전되는 전하와 동일한 극성을 갖도록 상기 제2 전자빔(60a)의 2차 전자 수율을 조절하여 주사한다.

<51>       예컨대, 상기 제2 전자빔(60a)의 2차 전자 수율이 1보다 크도록 상기 제2 전자빔(60a)을 상기 웨이퍼(W)상에 주사하면 상기 웨이퍼(W)의 표면은 순간적으로 양전하로 충전된다. 상기 웨이퍼(W)에 정상적으로 콘택이 형성되어 있는 경우에 상기 콘택 영역에서는 양전하가 하부의 도전체로 빠져나가 버린다. 때문에, 상기 콘택 영역의 네트 전하(net charge)는 0이 된다. 반면에, 상기 웨이퍼(W)에 콘택이 낮 오픈된 경우에는 상기 전하 하부의 도전체로 빠져 나가지 않고 웨이퍼(W) 표면에 충전된다.

<52>       상기 제3 전자빔(80a)은 상기 제1 영역(100) 및 검사 영역(102)과 나란하도록 상기 검사 영역 뒤에, 제1 영역(100)과 동일한 크기의 제2 영역(104)의 전하를 방전한다. 상기 제3 전자빔(80a)은 상기 검사 영역을 검사한 이 후에 검사를 위해 충전되어 있던 전하들을 방전시키기 위해 주사된다. 따라서, 상기 제1 및 2 전자빔(50a, 60a)의 2차 전자 수율이 1보다 큰 경우에는 상기 제3 전자빔(80a)은 2차 전자 수율이 1보다 작도록 에너지를 조절한다. 만일, 상기 제1 및 2 전자빔(50a, 60a)의 2차 전자 수율이 1보다 작은

경우에는 상기 제3 전자빔(80a)은 2차 전자 수율이 1보다 크도록 에너지를 조절한다. 또한, 상기 제3 전자빔(80a)은 상기 제1 및 제2 전자빔(50a, 60a)에 의해 충전된 웨이퍼의 표면을 완전히 방전할 수 있도록 전자빔의 에너지를 조절하여 주사한다. 이 때, 상기 제3 전자빔(80a)이 주사되는 영역의 중심은 상기 제1 및 제2 전자빔(50a, 60a)이 주사된 각 영역의 중심과 일직선을 이루는 것이 바람직하다.

<53> 이어서, 상기 웨이퍼(W)상에 제1 내지 제3 전자빔(50a, 60a, 80a)을 주사하는 상태에서 상기 웨이퍼(W)를 이동시켜 상기 웨이퍼(W)의 검사 영역에 제1, 제2 및 제3 전자빔(50a, 60a, 80a)이 순서대로 주사하여 상기 웨이퍼를 검사한다. (S12) 이를 위해, 상기 제1 내지 제3 전자빔(50a, 60a, 80a)은 상기 전자빔들의 각 중심부가 상기 웨이퍼(W) 표면의 일직선상에 상기 제1, 제2 및 제3 전자빔(50a, 60a, 80a)의 순서로 위치하도록 주사하는 것이 바람직하다. 그리고, 상기 웨이퍼(W)는 상기 제1 컬럼(50)으로부터 제3 컬럼(80)방향으로 이동하여 상기 웨이퍼 표면상의 각 열(swath)별로 검사를 수행하는 것이 바람직하다. 상기와 같이 웨이퍼(W)를 이동하면, 상기 웨이퍼(W)의 각 열의 검사 영역들에는 제1 내지 제3 전자빔(50a, 60a, 80a)이 순서대로 주사되면서 전하의 충전, 검사 및 방전이 계속하여 수행된다.

<54> 도 4a 내지 도 4d는 본 발명의 방법에 의해 웨이퍼에 형성된 낮 오픈 콘택을 검사하는 방법을 보여주는 단면도들이다.

<55> 이하에서는, 도 4a 내지 도 4d를 참조하여 웨이퍼에 형성된 낮 오픈 콘택 부위 및 콘택 영역을 검사하는 방법을 설명한다. 검사 대상 웨이퍼는 표면에 하부의 도전체(200)와 전기적으로 연결되는 콘택들(204a, 204b)이 규칙적으로 형성되어 있다.

- <56> 도 4a를 참조하면, 상기 제1 전자빔(50a)은 상기 웨이퍼에 형성된 낮 오픈 콘택(204a) 영역에 주사된다. 상기 제1 전자빔(50a)이 2차 전자 수율이 1보다 크도록 상기 전자빔의 에너지를 조절한다. 상기 제1 전자빔(50a)이 주사되면, 상기 낮 오픈된 콘택(204a)영역은 양전하로 1차 충전된다. 상기 제2 및 제3 전자빔(60a, 80a)은 상기 제1 전자빔(50a)이 주사되는 영역의 뒤에 순서대로 주사된다. 상기 웨이퍼 표면은 상기 제2 전자빔(60a)이 상기 웨이퍼 표면에 주사된 후 방출되는 2차 전자를 디텍트하여 검사된다.
- <57> 상기 웨이퍼는 계속적으로 상기 제1 컬럼(50)에서 제3 컬럼(80)으로 향하는 방향으로 이동한다. 도 4b는 상기 웨이퍼의 낮 오픈된 콘택 영역(204a)이 양전하로 1차 충전된 이 후의 어느 한 시점에서의 단면도이다.
- <58> 도 4b를 참조하면, 제1 전자빔(50a)은 상기 낮 오픈 콘택 영역(204a)의 앞쪽으로 주사하여 표면을 양전하로 1차 충전한다. 상기 제2 전자빔(60a)은 이미 양전하로 충전되어 있는 낮 오픈된 콘택 영역(204a)으로 주사된다. 상기 제2 전자빔(60a)에 의해, 상기 낮 오픈된 콘택 영역(204a)은 양전하로 2차 충전된다. 상기 제3 전자빔(80a)은 상기 제2 전자빔(60a)이 주사된 영역 뒤로 주사된다.
- <59> 상기 웨이퍼에서 전기적 결함을 검사하기 위해, 상기 제2 전자빔(60a)이 상기 웨이퍼 표면에 주사된 후 방출되는 2차 전자를 디텍트한다. 이 때, 상기 2차 전자는 정상적인 콘택(204b) 영역에 비해 상기 낮 오픈된 콘택 영역(204a)에서 더 작게 생성되어 디텍터로 가게된다. 이는, 상기 표면에 축적된 양전하는 상기 2차 전자에 인력을 발생시켜 상기 2차 전자들을 쫓아내기 때문이다.
- <60> 상기 낮 오픈된 콘택 영역(204a)의 표면으로부터 방출된 2차 전자에 의해 전압 콘트라스트를 검출한다. 이어서, 상기 전압 콘트라스트를 기준으로 하여 밝거나 또는 어두



운 이미지를 출력한다. 이 때, 상기 낮 오픈된 콘택 영역(204a)은 2차 전자가 상대적으로 작게 디텍트되어 상기 정상적인 콘택 영역(204b)보다 어두운 이미지를 보여준다. 따라서, 상기 낮 오픈된 콘택 영역(204a)과 정상적인 콘택 영역(204b)에서의 이미지를 비교하여 전기적 결함을 검사한다. 때문에, 상기 웨이퍼의 결함 검사를 정확히 수행하기 위해서는 상기 낮 오픈된 콘택 영역(204a)과 정상적인 콘택 형성 영역(204b)에서의 전압 콘트라스트의 차이가 커야 한다.

<61> 그런데, 상기 낮 오픈된 콘택 영역(204a)은 이미 1차로 충전되어 있기 때문에 상기 낮 오픈된 콘택 영역(204a)은 종래의 방법에 의해 검사할 때에 비해 많은 양의 양전하가 축적되어 있다. 따라서, 상기 낮 오픈된 콘택 영역(204a)에 충전된 양전하는 2차 전자를 더 많이 캡처하게 되어 상기 정상적인 콘택 영역(204b)과 상기 낮 오픈된 영역(204a)에서 디텍트되는 2차 전자의 차이가 크게 발생하게 된다. 그러므로, 상기 낮 오픈된 콘택 영역(204a)과 정상적인 콘택 영역(204b)에서의 이미지 차이가 종래에 비해 매우 크다. 따라서, 종래에 전자빔이 주사되면서 순간적으로 표면에 충전되는 양전하에 의해 웨이퍼의 결함을 분석할 때에 상기 웨이퍼의 표면에 양전하가 충분히 충전되어 있지 않아서 발생할 수 있는 검사 불량을 최소화할 수 있다.

<62> 도 4c는 상기 웨이퍼의 낮 오픈된 콘택 영역을 검사한 이 후의 어느 한 시점에서의 단면도이다.

<63> 상기 제1 전자빔(50a)은 상기 낮 오픈 콘택 영역(204a) 앞쪽으로 주사된다. 상기 제2 전자빔(60a)은 상기 도 4b의 설명에서 상기 제1 전자빔(50a)에 의해 충전되어 있는 영역으로 주사된다. 상기 제2 전자빔(60a)이 표면으로 주사된 이 후에 방출되는 2차 전자에 의해 상기 웨이퍼의 전기적 결함이 검사된다.

- <64>      상기 제3 전자빔(80a)은 이전에 검사가 완료된 상기 낮 오픈 콘택 영역(204a)으로 주사되어 상기 웨이퍼 표면에 충전된 양전하들을 방전한다. 이를 위해, 상기 제3 전자빔(80a)은 2차 전자 수율이 1보다 작게 되도록 에너지를 조절하여 주사된다. 상기 제3 전자빔(80a)이 주사되므로, 상기 검사가 완료된 영역에는 검사에 의해 충전되었던 양전하들이 남아있지 않다. 때문에, 상기 웨이퍼 표면에서 상기 양전하들이 충전된 상태가 계속 유지하여 발생하는 검사 감도 저하를 최소화할 수 있다.
- <65>      도 4d는 상기 웨이퍼의 정상적인 콘택 영역을 검사하는 시점에서의 단면도이다.
- <66>      상기 제1 전자빔(50a)은 검사하고자 하는 정상적인 콘택 영역(204b) 앞쪽으로 주사된다. 상기 제2 전자빔(60a)은 정상적인 콘택 영역(204b)으로 주사된다. 상기 정상적인 콘택(204b)은 상기 제2 전자빔에 의해 표면에 생성되는 양전하가 상기 콘택(204b)과 연결된 하부의 도전체(200)로 빠져나가 버린다. 때문에, 상기 정상적인 콘택 영역(204b)에서의 네트 전하(net charge)는 0이 된다. 상기 정상적인 콘택 영역(204b)에서는 상기 제2 전자빔(60a)의 2차 전자에 인력이 발생하지 않기 때문에, 도시된 바와 같이 낮 오픈 콘택 영역(204a)이나 절연층(202)표면으로 전자빔이 주사될 때에 비해 더 많은 2차 전자가 상기 디텍터(68)에 검출된다. 따라서, 상기 정상적인 콘택 영역(204b)은 상기 낮 오픈 콘택 영역(204a)이나 절연층(202) 표면에서 출력되는 이미지보다 밝은 이미지가 출력된다. 상기 제3 전자빔(80a)은 이전에 검사가 완료된 상기 영역으로 주사되어 상기 웨이퍼 표면에 충전된 양전하들을 방전한다.
- <67>      상기 과정은 웨이퍼 각 열의 검사 영역들 중에서 낮 오픈 콘택 영역(204a) 및 정상적인 콘택 영역(204b)에 한정되어 검사하는 방법을 설명한 것이다. 그러나, 실제로는 상

기 웨이퍼를 이동시키면서 검사를 수행하기 때문에 상기 과정이 상기 웨이퍼 상의 각 열에 포함된 모든 검사 영역에서 연속적으로 수행된다.

<68>        상기 과정의 설명에서 상기 제1 및 제2 전자빔은 2차 전자 수율이 1보다 작게 되도록 에너지를 조절하고, 상기 제3 전자빔은 2차 전자 수율이 1보다 크게 되도록 에너지를 조절할 수도 있다. 상기와 같이 제1 내지 제3 전자빔을 주사하는 경우에는, 상기 웨이퍼 표면은 음전하로 충전된다. 그리고, 상기 웨이퍼에서 절연층 표면이나 낮 오픈 콘택 영역은 정상적인 콘택 영역에 비해 상대적으로 밝은 이미지로 출력된다.

#### 【발명의 효과】

<69>        상술한 바와 같이 본 발명에 의하면, 상기 웨이퍼 표면이 충분히 충전되지 않아서 웨이퍼에 발생한 전기적 결함을 검출하지 못하는 것을 최소화할 수 있다. 또한, 상기 웨이퍼에 전기적 결함을 검출하고 난 후 일정시간 동안 충전되어 있는 전하들에 의해 결함 검출 감도가 나빠지는 것을 최소화할 수 있다. 따라서, 반도체 공정을 수행하는 중에 웨이퍼에서 발생한 전기적 결함을 정확히 검출해낼 수 있는 효과가 있다.

<70>        상술한 바와 같이, 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만 해당 기술분야의 숙련된 당업자라면 하기의 특허 청구의 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

**【특허청구범위】****【청구항 1】**

- i) 검사 영역을 포함하는 제1 영역에 제1 전자빔을 주사하여 제1 영역에 전하를 1차 충전하는 단계;
- ii) 상기 검사 영역 상에 초점을 맞추고 제2 전자빔을 주사하여 상기 검사 영역을 검사하는 단계; 및
- iii) 상기 제1 영역에 제3 전자빔을 주사하여 상기 제1 영역에 충전된 전하를 방전하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 웨이퍼의 검사 방법.

**【청구항 2】**

- 제1항에 있어서, 상기 검사 영역을 검사하는 단계는,
- 상기 제1 영역에 충전된 전하의 극성과 동일한 극성으로 상기 검사 영역이 2차 충전되도록 제2 전자빔을 상기 검사 영역으로 주사하는 단계; 및
- 상기 2차 전자빔이 주사된 검사 영역으로부터 방출되는 2차 전자에 의한 전압 콘트라스트를 검출하여 상기 검사 영역의 결함 여부를 판정하는 단계를 수행하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 웨이퍼의 검사 방법.

**【청구항 3】**

- 제2항에 있어서, 상기 검사 영역의 결함 여부는 상기 전압 콘트라스트에 의해 출력되는 이미지에 의해 판정하는 것을 특징으로 하는 웨이퍼 검사 방법.

**【청구항 4】**

제1항에 있어서, 상기 제1 전자빔은 상기 웨이퍼의 검사 영역이 상기 제2 전자빔에 의해 검사될 때 전압 콘트라스트가 충분히 증가될 수 있도록 빔 에너지를 조절하여 주사하는 것을 특징으로 하는 웨이퍼 검사 방법.

**【청구항 5】**

제1항에 있어서, 상기 제3 전자빔은 상기 제1 및 제2 전자빔에 의해 전하들이 충전된 상기 제1 영역을 완전히 방전할 수 있도록 빔 에너지를 조절하여 주사하는 것을 특징으로 하는 웨이퍼 검사 방법.

**【청구항 6】**

제1항에 있어서, 상기 제1 전자빔은 2차 전자 수율이 1보다 작고 상기 제3 전자빔은 2차 전자 수율이 1보다 크도록 상기 제1 및 제3 전자빔을 주사하는 것을 특징으로 하는 웨이퍼 검사 방법.

**【청구항 7】**

제1항에 있어서, 상기 제1 전자빔은 2차 전자 수율이 1보다 크고, 상기 제3 전자빔은 2차 전자 수율이 1보다 작도록 상기 제1 및 제3 전자빔을 주사하는 것을 특징으로 하는 웨이퍼 검사 방법.

**【청구항 8】**

제1항에 있어서, 상기 i) 내지 iii) 단계는 검사 영역을 달리하면서 반복적으로 수행하는 것을 특징으로 하는 웨이퍼 검사 방법.

**【청구항 9】**

제1항에 있어서, 상기 웨이퍼는 절연막 및 절연막들 사이에 도전성 패드들을 포함하는 것을 특징으로 하는 웨이퍼 검사 방법.

**【청구항 10】**

웨이퍼 상의 제1 영역에 전하를 1차 충전하기 위한 제1 전자빔을 주사하는 단계;

웨이퍼 상의 검사 영역에 제2 전자빔을 주사하여 웨이퍼의 검사 영역을 검사하는 단계;

상기 제1 영역 및 검사 영역과 나란하도록 상기 검사 영역 뒤에, 상기 제1 영역과 동일한 크기의 제2 영역에 전하를 방전하기 위한 제3 전자빔을 주사하는 단계; 및

상기 웨이퍼의 각 영역이 제1, 제2 및 제3 전자빔의 순서로 주사되도록 상기 웨이퍼를 상기 제1 전자빔으로부터 제3 전자빔이 배치된 방향으로 이동하는 단계를 수행하는 것을 특징으로 하는 웨이퍼의 검사 방법.

**【청구항 11】**

제10항에 있어서, 상기 검사 영역을 검사하는 단계는,

상기 검사 영역이 상기 제1 영역에 충전된 전하와 동일한 극성을 갖는 전하로 충전되도록 상기 제2 전자빔을 주사하는 단계; 및

상기 2차 전자빔이 주사된 검사 영역으로부터 방출되는 2차 전자에 의한 전압 콘트라스트를 검출하여 상기 검사 영역의 결함 여부를 판정하는 단계를 수행하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 웨이퍼의 검사 방법.

**【청구항 12】**

제11항에 있어서, 상기 검사 영역의 결함 여부는 상기 전압 콘트라스트에 의해 출력되는 이미지에 의해 판정하는 것을 특징으로 하는 웨이퍼 검사 방법.

**【청구항 13】**

제10항에 있어서, 상기 제1 전자빔은 상기 웨이퍼의 검사 영역이 상기 제2 전자빔에 의해 검사될 때 전압 콘트라스트가 충분히 증가되도록 빔 에너지를 조절하여 주사하는 것을 특징으로 하는 웨이퍼 검사 방법.

**【청구항 14】**

제10항에 있어서, 상기 제3 전자빔은 상기 제1 및 제2 전자빔에 의해 전하들이 충전된 웨이퍼를 완전히 방전할 수 있도록 빔 에너지를 조절하여 주사하는 것을 특징으로 하는 웨이퍼 검사 방법.

**【청구항 15】**

제10항에 있어서, 상기 제1 전자빔은 2차 전자 수율이 1보다 작고 상기 제3 전자빔은 2차 전자 수율이 1보다 크도록 상기 제1 및 제3 전자빔을 주사하는 것을 특징으로 하는 웨이퍼 검사 방법.

**【청구항 16】**

제10항에 있어서, 상기 제1 전자빔은 2차 전자 수율이 1보다 크고, 상기 제3 전자빔은 2차 전자 수율이 1보다 작도록 상기 제1 및 제3 전자빔을 주사하는 것을 특징으로 하는 웨이퍼 검사 방법.

**【청구항 17】**

제10항에 있어서, 상기 웨이퍼는 절연막 및 절연막들 사이에 도전성 패드들을 포함하는 것을 특징으로 하는 웨이퍼 검사 방법.

**【청구항 18】**

챔버;

상기 챔버 내에 구비되고, 수평 방향으로 이동하는 웨이퍼 로딩용 스테이지;

상기 웨이퍼의 제1 영역으로 제1 전자빔을 주사하는 제1 컬럼;

상기 웨이퍼의 검사 영역으로 제2 전자빔을 주사하는 제2 컬럼;

상기 제1 영역 및 검사 영역과 나란하도록 상기 검사 영역 뒤에 제3 전자빔을 주사하는 제3 컬럼;

상기 제2 전자빔이 주사되어 상기 웨이퍼로부터 발생된 2차 전자의 전압 콘트라스트 신호를 검출하는 신호 처리부;

상기 신호 처리부에서 출력되는 신호를 분석하여 상기 웨이퍼에 발생한 결함을 분석하는 결함 분석부를 구비하는 것을 특징으로 하는 웨이퍼 검사 장치.

**【청구항 19】**

제17항에 있어서, 상기 제1 내지 제3 컬럼은 각각 상기 제1 내지 제3 전자빔의 에너지를 조절하는 제1 내지 제3 에너지 조절부를 구비하는 것을 특징으로 하는 웨이퍼 검사 장치.



**【청구항 20】**

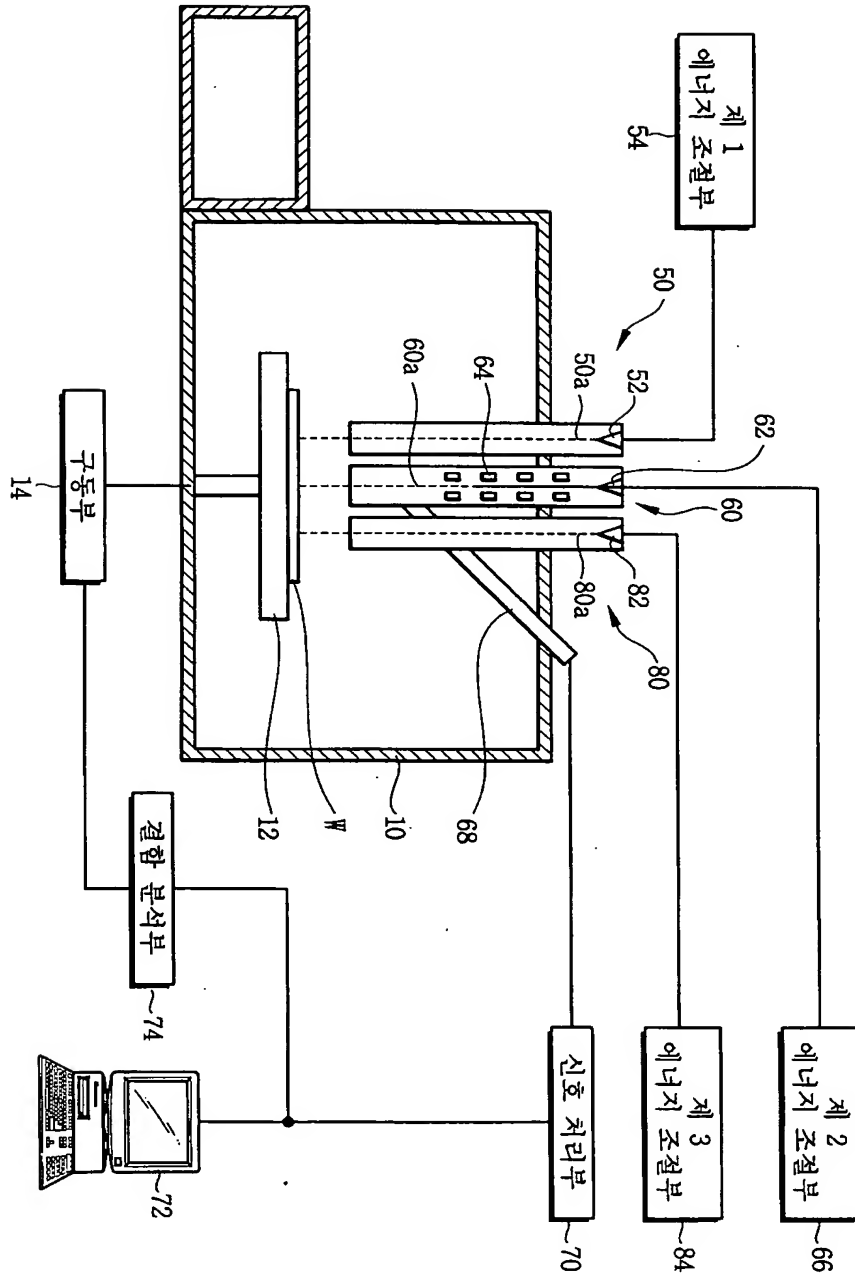
제17항에 있어서, 상기 제2 컬럼은 상기 제2 전자빔을 검사 영역에 포커싱하는 다수의 전압 렌즈들을 포함하는 것을 특징으로 하는 웨이퍼 검사 장치.

**【청구항 21】**

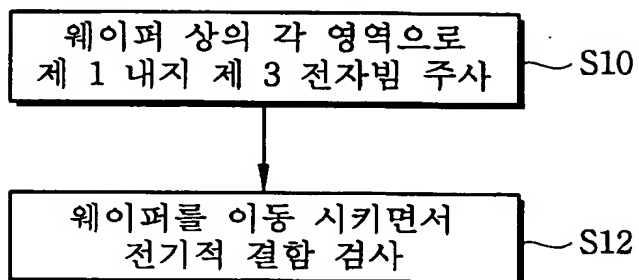
제17항에 있어서, 상기 신호 처리부와 연결되고, 상기 신호 처리부에서 출력되는 신호를 이미지 처리하는 디스플레이부를 포함하는 것을 특징으로 하는 웨이퍼 검사 장치

【도면】

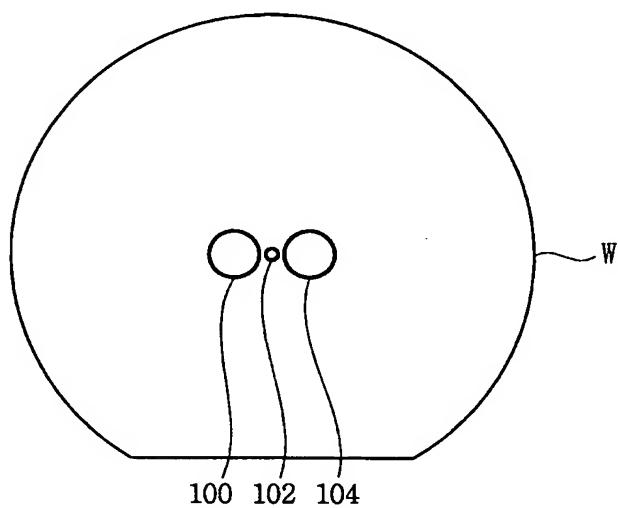
【도 1】



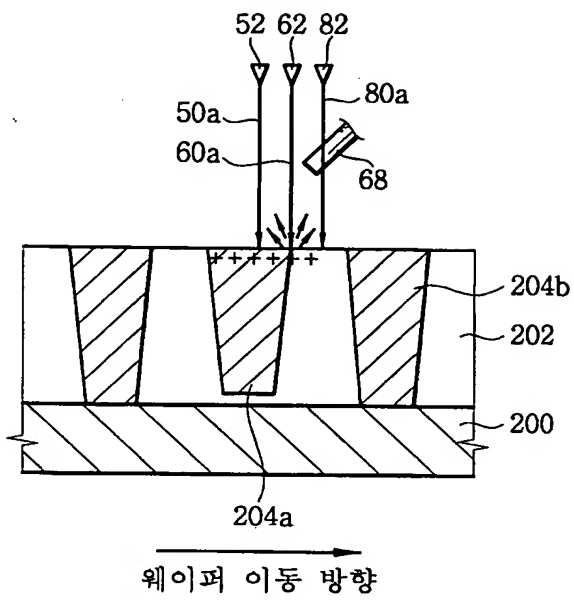
【도 2】



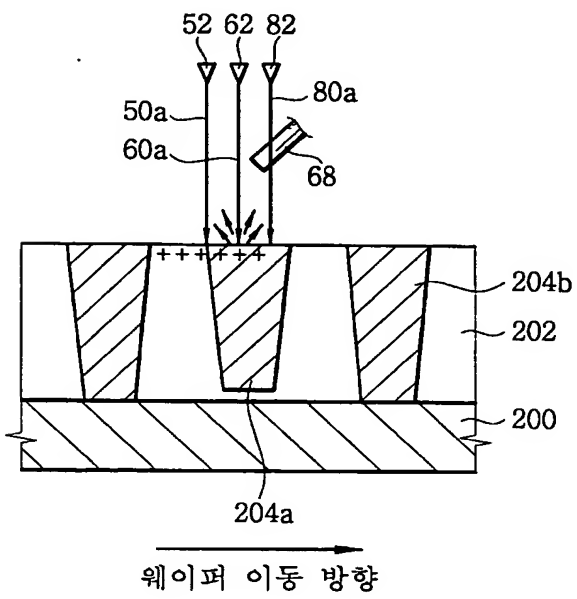
【도 3】



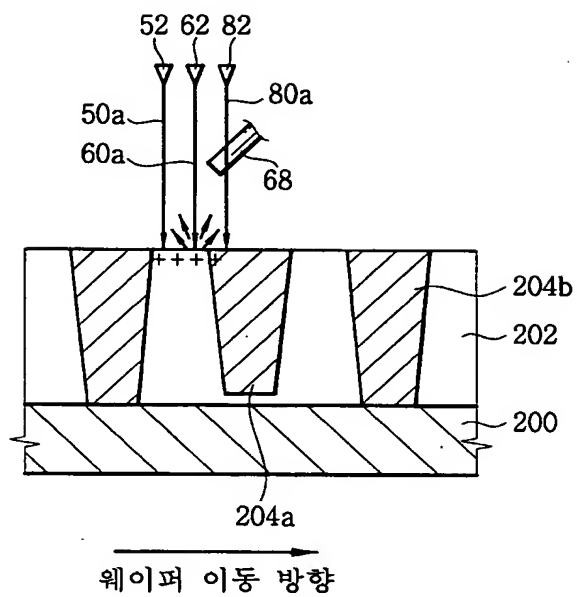
【도 4a】



【도 4b】



【도 4c】



【도 4d】

